

ОЦЕНКА РИСКА ОТТОКА ОТДЕЛЬНЫХ ГРУПП ПРИВЛЕЧЕННЫХ СРЕДСТВ БАНКА

УДК 336.717

Борис Максимович Федоров,
аспирант, кафедра Управления знаниями
и прикладной информатики в менедж-
менте, Московский государственный
университет экономики, статистики и
информатики
Тел.: 8 (905) 741-83-98
Эл. почта: bfedorov@mesi.ru

В статье описаны основные этапы со-
здания модели оценки риска оттока
отдельных групп привлеченных средств
банка. В качестве этапов выделены: фор-
мирование обучающей выборки; отбор
факторных признаков; оценка параметров
модели. Приводятся результаты построения модели, выраженные в оценке
точности модели.

Ключевые слова: банковские риски, мо-
дель оценки риска, отток привлеченных
средств банка, математико-статистиче-
ские методы оценки экономических рисков.

Boris M. Fedorov,
Post-graduate student, Moscow State
University of Economics, Statistics and
Informatics
Tel.: 8 (905) 741-83-98
E-mail: bfedorov@mesi.ru

A RISK ASSESSMENT OF RUNOFF OF SOME EXTERNAL FUNDS OF A BANK

The article describes the main steps for
creating a model of risk assessment of runoff
of external funds: the formation of training
set, the selection of factor variables, and
the estimation of parameters model. The
result of the creation the model is given as
an assessment of model accuracy.

Keywords: bank risks, risk assessment
model, runoff of bank's external funds,
mathematical and statistical methods of as-
sessment of economic risks.

1. Введение

В современных экономических условиях, характеризующихся нестабильностью финансовых рынков, долговым кризисом стран Евразии, ростом государственного долга США и нестабильной обстановкой в странах Ближнего Востока, для любой организации ключевым вопросом в обеспечении своей финансовой безопасности является эффективное управление рисками. Особое значение управление рисками принимает в банковском секторе, где на общие показатели эффективности банка могут оказать множество как внешних, так и внутренних факторов, и неготовность к их возможным последствиям. Различные виды банковских рисков объединены в общую систему рисков. Одним из них является риск оттока привлеченных средств, напрямую влияющий на уровень ликвидности и стабильности банка. На текущий момент существующие методики оценки риска не учитывают различные факторы оттока отдельных групп привлеченных средств. Вследствие этого существует необходимость в разработке нового подхода в области оценки риска.

2. Анализ структуры привлеченных банковских средств

Специфика ресурсной базы коммерческих банков заключается в том, что ее основную часть составляют привлеченные средства. Из них основную долю формируют депозиты, а меньшую — недепозитные источники. Совокупный объем привлеченных ресурсов коммерческих банков России, на начало 2013 года составил 36 473,8 млрд. рублей. Структура привлеченных средств представлена на диаграмме. [1]

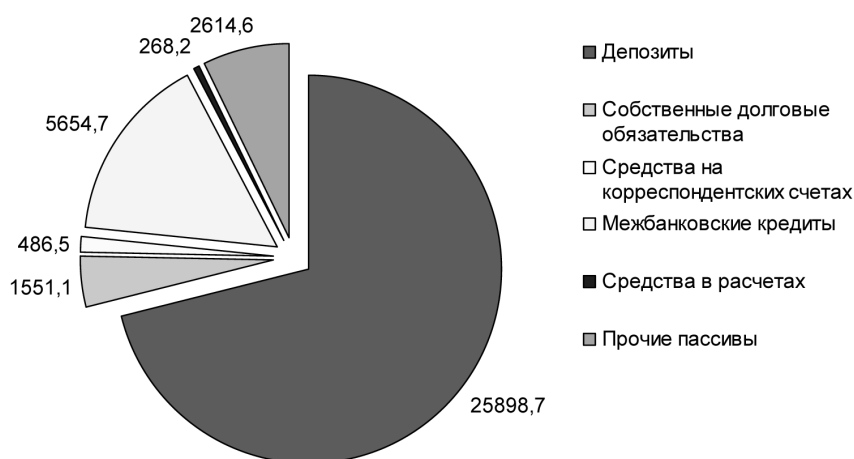


Рис. 1 Структура привлеченных средств

Как видно, в привлеченных ресурсах ведущее место занимают депозитные источники (71%). Структура привлеченных ресурсов по отдельным коммерческим банкам может отличаться от общей, так как учитывает индивидуальные особенности их деятельности, однако для большинства российских банков характерна общая тенденция, и размер депозитных средств среди привлеченных может быть более 90%. В связи с этим, банкам необходимо правильно оценивать возможность наступления риска оттока привлеченных средств, с целью эффективного управления потоками платежей.

Для создания модели оценки риска оттока привлеченных средств предлагается использовать математико-статистические методы оценки экономических рисков. Также в связи с различной структурой привлеченных средств, предлагается реализация модели оттока депозитных средств, по причине большей значимости данной группы средств, с возможностью адаптации для прочих групп. В рамках создания модели необходимо провести анализ данных депозитных и прочих счетов, содержащих информацию о закрытии, и на их основе выявить систему показателей. Для построения модели предлагается использовать многоэтапный

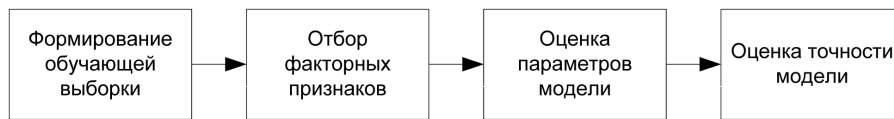


Рис. 2. Схема процесса моделирования риска

процесс, который включает в себя формирование обучающей выборки, отбор факторных признаков, оценку параметров модели и оценку точности ее построения (рисунок 2). [2] Под факторным признаком будем понимать показатель, свидетельствующий о потенциальном оттоке средств (например, закрытии депозитарного счета).

Выполнение этапов происходит итерационно, с возможностью возврата на предыдущий. Например: если оценка точности модели показала результат близкий к нулю, необходимо провести повторный отбор факторных признаков.

3. Формирование обучающей выборки и отбор факторных признаков

Источником данных для построения модели является аналитическая БД одного из коммерческих банков, сведения в которой актуализируются с определенной периодичностью для выявления новых фактов закрытия депозитных счетов. Таблицы аналитической БД содержат сведения о счетах клиентов банка, а также был ли закрыт счет или нет.

Обучающую выборку можно представить в виде матрицы X «объект-свойство», которая содержит n -записей, относительно каждой из которых известны значения его m -признаков $(x_1, \dots, x_m)$. Для каждой группы счетов поставлен в соответствие признак закрытия или отсутствия закрытия счета, который можно записать в виде вектора Y :

$$X = \begin{pmatrix} x_{11} & x_{12} & \dots & x_{1m} \\ x_{21} & x_{22} & \dots & x_{2m} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{n1} & x_{n2} & \dots & x_{nm} \end{pmatrix}, Y = \begin{pmatrix} y_1 \\ y_2 \\ \vdots \\ y_n \end{pmatrix}, (1)$$

где x_{ij} – значение j -ого признака для i -ого счета, $i = 1..N, j = 1..m$,

$y_i = \begin{cases} 0, & \text{если для } i\text{-го счета есть признак закрытия} \\ 1, & \text{если для } i\text{-го счета нет признак закрытия.} \end{cases}$

Признак закрытия счета можно рассматривать как «обучающий», так как он определяет принадлежность счета к одному из двух классов.

На втором этапе необходимо провести отбор факторных признаков.

Для этого выполнен анализ тесноты связи характеристик счетов и признака «закрытие счета».

Для решения задачи анализа взаимосвязи между признаками в зависимости от шкалы, в которой они измерены, наиболее очевидным представляется использование следующих методов:

- анализ таблиц сопряженности для признаков в номинальной шкале;
 - методы ранговой корреляции (коэффициенты ранговой корреляции Спирмена и Кендалла, коэффициент конкордации) для признаков в порядковой шкале;
 - корреляционный анализ для нормально распределенных признаков в количественной шкале. Схема выбора адекватного метода анализа представлена на рисунке 3. [3]
- Выбор метода определения связи между «обучающим» признаком и характеристиками счетов зависит также от того, одинаковые ли у них шкалы измерения. В рассматриваемом случае «обучающий» признак и характеристики счетов имеют одинаковые шкалы измерения и относятся к качественной

шкале, в следствие чего для проверки наличия связи между признаком Y и X_i используется критерий «хи-квадрат», который рассчитывается по следующей формуле:

$$\hat{\chi}^2 = \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^m \frac{\left(n_{ij} - \frac{n_{i*} \cdot n_{*j}}{N} \right)^2}{\frac{n_{i*} \cdot n_{*j}}{N}} \sim \chi^2((k-1)(m-1)) \quad (2)$$

где k – количество градаций признака Y (в нашем случае $k = 2$);

m – количество градаций признака X_i ;

n_{ij} – количество случаев, для которых признак Y был зафиксирован на градации i , признак X_i – на градации j ;

n_{i*} – количество случаев, для которых признак Y был зафиксирован на градации i ;

n_{*j} – количество случаев, для которых признак X_i был зафиксирован на градации j ;

N – общее количество случаев (объем выборки).

Для расчета критерия «хи-квадрат» целесообразно использовать метод *анализа соответствий*, который предполагает исследование многомерных данных типа таблиц сопряженности со многими входами. Этот метод относят к разведочным, используемым для исследования структуры данных и выдвижения гипотез об их распределении и взаимосвязях, которые затем тестируются подтверждающими методами. Анализ соответствий не предъявляет практически никаких требований к

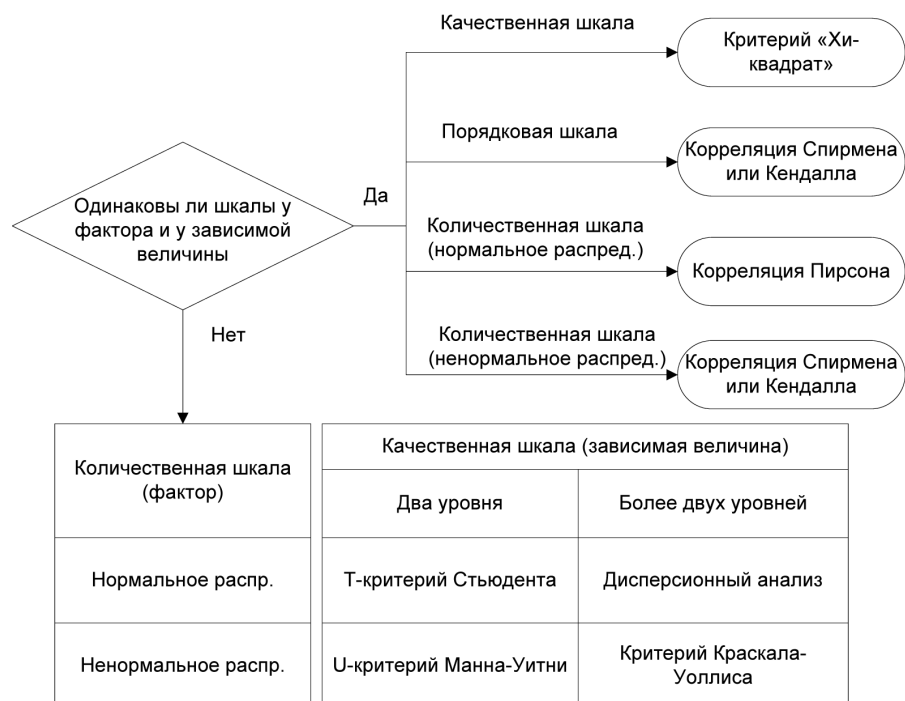


Рис. 3. Схема выбора метода анализа

Таблица 1

Таблица сопряженности признаков «возможность досрочного погашения» и «закрытие счета»

Наличие возможности досрочного погашения	Признак закрытия счета	
	Нет закрытия	Есть закрытие
Нет возможности досрочного погашения	82,5	17,5
Есть возможность досрочного погашения	61,5	38,5

Таблица 2

Результаты анализа взаимосвязи факторных признаков счетов и признака «закрытие счета»

Признак	Количество значений проверяемого признака	Наблюдаемое значение статистики «хи-квадрат»
Признак наличия ставки досрочного погашения	2	2437,0
Тип привлечения	2	1736,0
Тип финансовой операции	2	1351,0
Тип остатка	2	1284,0
Код валюты	4	1009,0
Периодичности начислений	3	450,0
Порядок уплаты процентов	2	437,0

Таблица 3

Результаты расчета коэффициентов, характеризующих силу взаимосвязи факторных признаков счетов и признака «закрытие счета»

Признак	Коэффициент		Ранг
	Крамера	Гудмана-Краскала	
Признак наличия ставки досрочного погашения	0,773	0,598	1
Тип привлечения	0,653	0,426	2
Тип финансовой операции	0,575	0,331	3
Тип остатка	0,561	0,315	4
Код валюты	0,497	0,247	5
Периодичности начислений	0,332	0,110	6
Порядок уплаты процентов	0,264	0,069	7

данным, и может быть применен к любой матрице с неотрицательными элементами. Целью анализа соответствий является графическое представление строк и столбцов таблиц сопряженности в совместном координатном пространстве латентных переменных малой размерности («карты соответствия») с целью получения хорошо интерпретируемой конфигурации, на основе которой рассчитывается критерий «хи-квадрат» [3].

В таблице 1 представлен пример расчета таблицы сопряженности для признаков «закрытие счета» и «наличие досрочного погашения», в которой указано, что наличие пункта о возможности досрочного погашения улучшает прогноз рискованной ситуации. Так в 38,5% случаев за этим последует досрочное закрытие счета. При отсутствии пункта о возможности досрочного закрытия счета, закрытие происходит в 17,5% случаев. Проверка

по критерию «хи-квадрат» показала неслучайный характер этих различий.

Пример расчета результирующих факторов, для которых достигнут приемлемый уровень значимости при расчете тесноты связи характеристик счетов и признака закрытия счета представлены в таблице 2.

В соответствии с рассчитанными коэффициентами Крамера и Гудмана-Краскала определен ранг факторных признаков, который характеризует силу влияния на признак «закрытия счета». Пример представлен в таблице 3.

Рассматривая результаты расчета коэффициентов можно сделать вывод, что, например, учет совместного распределения признаков «закрытие счета» и «признак наличия ставки досрочного погашения» позволяет улучшить прогноз признака «закрытие счета» почти на 77%, с признаком типа привлечения – на 59%.

В результате выполнения первых двух этапов процесса моделирования оценки риска оттока привлеченных средств на основе расчета критерия «хи-квадрат» и формирования таблиц сопряженности, были выявлены факторные признаки, которые являются основой модели оценки риска.

4. Оценка параметров и точности модели

После выбора факторов риска необходимо для каждого вновь поступившего случая оценивать сопутствующий ему риск. При наличии обучающей информации в виде k обучающих выборок (например, класс объектов, характеризующихся отсутствием риска, и класс объектов, характеризующихся риском, $k = 2$) такая модель может строиться, например, в виде линейных дискриминантных функций Фишера вида: [4]

$$f_j(X_i) = \beta_{j0} + \beta_{j1}X_1 + \beta_{j2}X_2 + \dots + \beta_{jn}X_n \quad (3)$$

$$\beta_j = (\beta_{j1}, \dots, \beta_{jn})^T = \bar{x}^j \hat{\Sigma}^{-1},$$

$$\beta_{j0} = -\frac{1}{2} \bar{x}^j \hat{\Sigma}^{-1} \bar{x}^j + \ln \hat{\pi}, \quad (4)$$

$$j = 1..m,$$

$\bar{x}^j$ – вектор средних арифметических в каждом классе, рассчитанный по j -ой обучающей выборке;

$\beta = \beta^1 = \beta^2 = \dots = \beta^k$ – оценка ковариационной матрицы в j -ом классе.

Вновь классифицируемый объект x_v относится к тому классу m_0 , для которого выполняется:

$$f_{k_0}(x_v) = \max_{1 \leq j \leq k} f_j(x_v) \quad (5)$$

Данный метод получил широкое распространение в силу своей относительной простоты. Однако такой простой вид дискриминантная функция будет иметь только в случае нормально распределенных классов с равными ковариационными матрицами. Кроме того, раз речь идет о нормальном распределении, то теоретически в качестве дискриминирующих признаков опять могут выступать только количественные.

В качестве меры риска принимается вероятность оттока привлеченных средств $P\{y_i = 1 | X_i\}$, где y_i – значения признака «закрытие счета», X_i – вектор значений факторных признаков i -го счета.

В связи с тем, что для счетов признак закрытия принимает два зна-

Таблица 4

Результаты оценивания параметров логит-модели зависимости состояния счетов от факторных признаков

Переменная	Описание переменной	Оценка коэффиц.	Станд. ошибка оценки коэффиц.	Уровень значимости
const	-	5,642	1,023	0,000
x1	1, если присутствует признак наличия ставки досрочного погашения	-1,781	0,592	0,082
x2	1, если тип привлечения Депозит	-1,513	0,514	0,003
x3	1, если тип финансовой операции ДепозитЛТР_Ю	-2,046	0,688	0,003
x4	1, если тип остатка вечерний	-4,425	1,066	0,000
x5	1, если Периодичности начислений	-2,394	0,253	0,000
x6	1, если порядок уплаты процентов в конце срока	-3,530	0,562	0,000
x7	1, если код валюты договора RUB (Российский рубль)	-1,131	0,651	0,064
x8	1, если код валюты договора EUR (Евро)	-1,360	0,277	0,027
x9	1, если код валюты договора USD (Доллар США)	-1,423	0,661	0,031
x10	1, если код валюты договора GBP (Британский фунт)	0,471	0,764	0,001

чения (1 и 0), описывать вероятность $P\{y_i = 1|X_i\}$ линейной функцией нецелесообразно, так как значение вычисленной по модели вероятности может быть как отрицательным, так и превосходящим единицу. Поэтому для моделирования значений $P\{y_i = 1|X_i\}$ необходимо выбрать функцию, область значения которой определяется отрезком $[0,1]$ и использовать для построения модели оценки риска оттока привлеченных средств банка аппарат моделей бинарного выбора:

$$y_i = G(\beta_1 x_{i1} + \dots + \beta_m x_{im}) + \varepsilon_i, \quad (6)$$

$$i = 1, \dots, n,$$

где y_i – значение признака закрытия для i -ого счета,
 x_{ij} – значение j -ого связанного с риском фактора для i -ого счета,
 $G(z)$ – S-образная функция распределения, имеющего плотность $g(z) = G'(z)$,
 $\varepsilon_1, \dots, \varepsilon_n$ – случайные ошибки, статистически независимые при фиксированных x_i , причем $M(\varepsilon_i | X_i) = 0$.

В силу указанных свойств случайных ошибок вероятность наступления рискованного события в i -ом случае есть:

$$P\{y_i = 1|X_i\} = M(y_i | X_i) = G(X_i^T \beta).$$

Используя конкретные законы распределения случайной ошибки, можно получить различные вариации модели бинарного выбора: пробит-, логит- и гомпит-модели. [5,6] Для выбора между несколькими моделями (например, между моделями с разными наборами объясняющих переменных или между пробит-, логит- и гомпит-моделью) ориентируются на информационные критерии Акаике, Шварца и Хеннана-Куинна. Основываясь на информационных критериях, индексе отношения правдоподобия Макфаддена и значимости коэффициентов модели, была выбрана логит-модель. В общем виде логит-модель имеет следующий вид:

$$\Lambda(z) = \frac{e^z}{1 + e^z}, \quad (7)$$

В рамках создания модели оценки риска для бинарных данных логит-модель имеет вид:

$$P\{y_i = 1|X_i\} = \frac{e^{X_i^T \beta}}{1 + e^{X_i^T \beta}} \quad (8)$$

где X_i – вектор значений признаков i -го счета,
 β – вектор коэффициентов модели.

На этапе построения модели оценки риска отзыва отдельных групп обязательств банка выполнены преобразования номинальных переменных, имеющих более двух градаций, в бинарные переменные. Результаты оценивания параметров логит-модели представлены в таблице 4

По результатам оценивания параметров, модель оценки риска можно представить в виде:

$$\hat{P}\{y_i = 1|x_i\} = \frac{e^{5,462 - 1,781x_1 - 1,513x_2 - 2,046x_3 - 4,425x_4 - 2,394x_5 - 3,530x_6 - 1,131x_7 - 1,360x_8 - 1,423x_9 + 0,471x_{10}}}{1 + e^{5,462 - 1,781x_1 - 1,513x_2 - 2,046x_3 - 4,425x_4 - 2,394x_5 - 3,530x_6 - 1,131x_7 - 1,360x_8 - 1,423x_9 + 0,471x_{10}}} \quad (9)$$

Поскольку модель нелинейна и ее коэффициенты не выражают предельных эффектов факторов, то их интерпретация отличается от интерпретации коэффициентов в линейной модели регрессии. Предельный эффект j -ой переменной в логит-модели имеет вид $\Lambda(X_i^T \beta) \cdot (1 - \Lambda(X_i^T \beta)) \cdot \beta_j$. Из линейности логит-модели в отношении логита также следует, что для интерпретации коэффициента β можно использовать понятие шанса: при небольшом изменении объясняющей переменной X_j шансы на то, что $y_i = 1$ против того, что $y_i = 0$ возрастают (уменьшаются) приблизительно на $100 \cdot \beta_j \cdot \Delta x_j$.

Выходом модели является вероятность того, что по данным о депозитар-

ных счетах с заданными значениями факторных признаков произойдет закрытие счета. На практике, если оцениваемая вероятность меньше 0,3, можно считать, что риска нет (признак закрытия имеет значение 0), а если больше 0,3, то риск есть. Рассматривая градацию риска необходимо отметить необходимость выделения средней степени риска, которая находится в промежутке $[0,3; 0,8]$. Если оцененный риск принимает значение более 0,8, в этом случае следует говорить о высокой степени риска.

Четвертым этапом процесса моделирования оценки риска оттока привлеченных средств является оценка точности моделей бинарного выбора. Она осуществляется двумя способами. Первым из них является формирование классификационной таблицы, которая отражает количество верно распознанных случаев. Уровень точности модели задается лицом принимающим решение. Как правило, точность устанавливается на значении 0,5. При таком его уровне модель корректно распознает 98% случаев закрытия счета и 82% случаев, когда счет остается открытым (таблица 5).

Вторым способом проверки предложенной модели является расчет предложенного Макфадденом индекса отношения правдоподобия (Λ), который принимает значения от 0 до 1, причем, чем больше совпадений между расчет-

Таблица 5

Итоговая классификационная таблица для модели оценки риска отзыва отдельных групп обязательств банка

Предсказываемое по модели значение	Значение зависимой переменной «закрытие счета»	
	Нет закрытия $y_i = 0$	Есть закрытие $y_i = 1$
Нет возможности досрочного закрытия $\hat{P}\{y_i = 1 X_1\} \leq 0,5$	82,08%	2,28%
Есть возможности досрочное закрытия $\hat{P}\{y_i = 1 X_1\} > 0,5$	17,92%	77,72%

ными и фактическими значениями, тем ближе его значение к 1:

$$LRI = \frac{\ln L(\hat{\beta})}{\ln L(\hat{\beta}_0)}, \quad (10)$$

где $\ln L(\hat{\beta})$ – максимальное значение логарифмической функции правдоподобия, достигаемое в точке, координаты которой равны оценкам параметров модели;

$\ln L(\hat{\beta}_0)$ – значение логарифмической функции правдоподобия, вычисленное в предположении, что коэффициенты модели равны нулю. Для полученной модели он составил 0,67.

5. Заключение

Разработанная система факторных признаков и модель оценки риска оттока привлеченных средств банка позволяют на основе данных счетов, определять степень риска для различных групп обязательств, что в свою очередь обеспечит эффективное управление данным видом риска. В целом

включение данной модели в общую систему рисков позволит более точно оценивать основные банковские риски, такие как рыночный риск, кредитный риск и риск ликвидности.

Литература

1. Центральный Банк Российской Федерации [Электронный ресурс]: Обзор банковского сектора Российской Федерации. Аналитический сектор. № 6 июнь 2013 год – Официальный сайт Центрального Банка Российской Федерации. – Режим доступа: <http://www.cbr.ru/> (дата обращения: 01.07.2013);
2. Бегутова С.В. Математико-статистические методы оценки экономического риска // РИСК: Ресурсы. Информация. Снабжение. Конкуренция : аналит. журн. – 2010. – № 2. – С. 287–290.
3. Носков А.М.. Аналитические методы оценки влияния факторов на качество продукции // журнал Методы менеджмента качества. – 2008. – №4.

4. Федорова С.В. Разработка модели и инструментария оценки риска неуплаты таможенных платежей : дис.... канд. эконом. наук. – М., 2011. – С. 79–80

5. Носко, В.П. Эконометрика для начинающих (дополнительные главы) – М.: ИЭПП, 2005. – 379 с.

6. Тихомиров Н.П., Дорохина Е.Ю. Эконометрика – М.: Изд-во «Экзамен», 2003 – 512 с.

References

1. The Central Bank of the Russian Federation [electronic resource]: Review of Banking Sector of the Russian Federation. RMG sector. № 6 June 2013 – the official website of the Central Bank of the Russian Federation. – URL: <http://www.cbr.ru/> (date of circulation: 01.07.2013);
2. Begutova S.V. Mathematical and statistical methods for evaluation of economic risk [Text] / S. Begutova // RISK: Resources. Information. Supply. Competition: analyte. Journal. – 2010. – № 2. – P. 287–290
3. Noskov A.M. Analytical methods for the analysis of the factors affecting the quality of products// Methods of quality management. – 2008. – №4.
4. Fedorova S.V. Development of models and tools for risk assessment of non-payment of customs duties: dis. — М., 2011. — С. 79–80
5. Nosko, V.P. Econometrics for beginners – М.: IEPP, 2005. – 379 с.
6. Tikhomirov N.P., Dorohina E.Y. Econometrics – М.: «Exam», 2003 – 512 с.